Des plantes bioactives pour répondre aux nouvelles attentes de l'élevage des Ruminants

Hoste Hervé, Gautier, Denis, Laurence Sagot, França, Barbara, Vincent Niderkorn

▶ **To cite this version:**

Hoste Hervé, Gautier, Denis, Laurence Sagot, França, Barbara, Vincent Niderkorn. Des plantes bioactives pour répondre aux nouvelles attentes de l'élevage des Ruminants. Nouvelles Editions Vétérinaires et Alimentaires, 2021. hal-03193833

HAL Id: hal-03193833
https://hal.inrae.fr/hal-03193833

Submitted on 9 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

gestes et gestion

LE NOUVEAU PRATICIEN vétérinaire élevages et santé

Volume 12

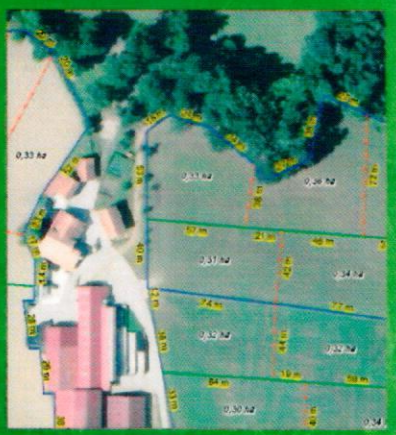
N°48

revue de formation à comité de lecture

▸agréée pour délivrer des crédits de formation continue par **l'Ordre national des vétérinaires** (Comité de formation continue vétérinaire)

▸indexée dans les bases de données :

- Index Veterinarius (CAB International)
- Veterinary Bulletin (CAB International)
- CAB Abstracts Database



DOSSIER

GESTION DES PÂTURAGES ET PARASITISME

Ruminants

- **Savoir organiser un pâturage performant**
- **Comment mettre en place et entretenir des prairies performantes**
- **Faut-il et, si oui, comment complémenter les vaches laitières au pâturage ?**
- **Des plantes bioactives pour répondre aux nouvelles attentes de l'élevage des Ruminants**
- **Les risques liés aux plantes toxiques aux pâturages**
- **Le pâturage cellulaire ou pâturage tournant dynamique**
- **Impacts du pâturage cellulaire sur la dynamique des populations de Nématodes parasites du tube digestif chez les ovins**

Revue de presse internationale -

- Modifications métaboliques chez la vache laitière en acétonémie subclinique
- Les effets de la surveillance du vêlage par un thermomètre intravaginal sur la prévalence des dystocies, des mortinatalités, des rétentions placentaires et des métrites
- Description des déséquilibres acido-basiques et association avec la mortalité de caprins malades
- **Tests de formation continue**

Comprendre et agir

- **Cas pratiques de nutrition - Utilisation d'un méteil ensilé pour des vaches allaitantes**
- **Étude de cas - Mycotoxicose et baisse de production chez des vaches laitières**

des plantes bioactives pour répondre aux nouvelles attentes en élevage des ruminants

Hervé Hoste [1]
Denis Gautier [2]
Laurence Sagot [3]
Barbara Fança [4]
Vincent Niderkorn [5]

[1] INRAE, UMR 1225 IHAP
23, Chemin des Capelles
F-31076 Toulouse

[2] Université de Toulouse, ENVT
23, Chemin des Capelles
F-31076 Toulouse

[3] CIRPO, Institut de l'Elevage
Site du Mouriez
F-87800 Saint Priest Ligoure

[4] Institut de l'Elevage, Campus INRAE
F-31320 Castanet-Tolosan

[5] Université Clermont Auvergne, INRAE
VetAgro Sup, UMR Herbivores
F-63122 Saint-Genès-Champanelle

Face à l'expansion et à la rapidité d'apparition des résistances aux anthelminthiques de synthèse dans les populations de nématodes gastro-intestinaux chez les ovins et les caprins, il est indispensable d'explorer l'intérêt de solutions représentant des alternatives aux molécules antiparasitaires de synthèse.

Parmi les options explorées pour développer le concept de gestion intégrée des nématodes parasites, l'emploi de plantes bioactives, comme le sainfoin ou la chicorée, présente l'intérêt d'avoir des effets bénéfiques sur les plans nutritionnels, sanitaires ainsi qu'environnementaux. Ces plantes contenant des métabolites secondaires répondent donc par plusieurs aspects aux attentes de l'agroécologie.
Cette courte revue vise à illustrer les potentialités offertes par deux modèles de plantes bioactives, le sainfoin et la chicorée, pouvant être implantées sur des prairies, en lien avec deux classes distinctes de métabolites secondaires des plantes (MSP).
La consommation de ces plantes permettrait d'améliorer la santé et le bien-être des ruminants, de maintenir la production et de réduire certaines conséquences environnementales.

CONTEXTE : DE L'ÉLEVAGE À L'AGRO-ÉCOLOGIE

• L'élevage des ruminants est associé au pâturage de prairies et d'autres ressources végétales qui sont à la base de leur alimentation pour couvrir les besoins nutritionnels. Ces ressources sont valorisées directement au pâturage lors des saisons favorables ou par la fauche afin de constituer des stocks de fourrages (foin, ensilage, enrubannage) pour une utilisation décalée après la rentrée des animaux en bâtiments, lors de l'arrêt de la croissance de l'herbe (en hiver ou lors de sècheresses dans certaines régions).
Selon une étude française, 87 p. cent de la ration annuelle d'une brebis et de son agneau est composée de fourrages dont 60 p. cent sous forme pâturée [15].

• **Cependant, les objectifs dédiés à l'utilisation des prairies ont progressivement évolué en fonction du contexte sociétal et des attentes associées à l'élevage.**
Au milieu du XX[e] siècle, les objectifs majeurs étaient avant tout quantitatifs afin de couvrir les besoins nutritionnels des bovins, des ovins et des caprins pour assurer les productions (viande ou lait).
Désormais, les objectifs liés à l'élevage des ruminants sont beaucoup plus complexes, en prenant en compte des critères diversifiés associés à la qualité des produits, le bien-être animal et les conséquences environnementales afin de répondre aux nouvelles demandes sociétales qui s'inscrivent dans le concept d'agroécologie [19].

• **L'exploitation de la prairie paraît un des moyens les plus naturels pour respecter les critères de bien-être des herbivores et de la qualité des produits.** Toutefois, l'exploitation de l'herbe au pâturage est soumise à de fortes variations, car dépendante de nombreux aléas, notamment climatiques.
Par ailleurs, l'élevage des ruminants à l'extérieur implique aussi des risques sanitaires accrus, au premier rang desquels les infestations par des helminthes, en particulier par les Nématodes Gastro-Intestinaux (NGIs).

• **Ce "paradoxe" lié au pâturage pour les ruminants tient au fait qu'il est à la fois une ressource nutritionnelle de qualité mais représente aussi un risque parasitaire accru.**
Par ailleurs, les espèces végétales implantées peuvent aussi être source de solutions potentielles face aux NGIs [11], en particulier dans le cadre d'une menace exacerbée de ces parasites du fait de l'expansion des résistances aux anthelminthiques (AH) dans les populations de vers [9, 32], y compris de

Objectifs pédagogiques

- Présenter le concept de plantes bioactives et leur multifonctionnalité en élevage.
- Illustrer les avantages et les inconvénients des divers modes d'exploitation de ces plantes.

Essentiel

- Les plantes bioactives (= contenant des métabolites secondaires) représentent des solutions potentielles pour assurer la production des ruminants, améliorer leur santé, et réduire leur impact environnemental.
- L'objectif n'est pas de se passer des anthelminthiques de synthèse mais de réduire leur fréquence d'utilisation.

RUMINANTS

Crédit Formation Continue
0,05 CFC par article

résistances multiples à plusieurs familles de molécules de synthèse.

➜ Dans la prise en compte des nouveaux objectifs agroécologiques en élevage des ruminants, l'exploitation de plantes bioactives constitue une option en raison d'effets à sur les parasites et sur la réduction des émissions de gaz à effets de serre (GES) liés à leur consommation.

• Les plantes bioactives sont définies par la présence de composés secondaires dotés d'activités biologiques variées sur les organismes vivants après ingestion ou applications. Ces métabolites secondaires des plantes (MSP) appartiennent à différentes familles phytochimiques (par exemple des polyphénols et tannins, alcaloïdes, terpènes, *etc*) [2]. Certains MSP sont potentiellement toxiques mais sont aussi à la base de la phytothérapie et de l'aromathérapie [29].

De plus, en élevage de ruminants, le concept d'alicament (issu de la contraction des termes "aliment" et "médicament") s'est aussi construit à partir de l'exploitation de plantes bioactives. Il correspond à l'idée de fourrages associant valeur nutritive et effet sanitaire, notamment antiparasitaire [1, 12, 13].

DEUX EXEMPLES DE PLANTES BIOACTIVES

Des légumineuses (*Fabaceae*) contenant des tannins condensés (TC)

• Au milieu des années 1990, des études initiées en Nouvelle-Zélande [25, 26] ont montré que la consommation par des ovins de Légumineuses (*Fabacea*) comme les lotiers corniculés ou les pédonculés (*Lotus corniculatus* ou *Lotus pedunculatus*), ou le sulla (*Hedysarum coronarium*), caractérisées par la présence de tannins condensés (TC), contribuait à prévenir les météorisations, réduire les émissions de gaz à effet de serre mais aussi avait des conséquences sur la biologie des nématodes gastro-intestinaux (NGIs).

• Depuis, des études similaires sur deux autres espèces ont permis de conforter ces données : aux USA, sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) et en Europe, le sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) ***(photo 1A)***, une légumineuse rustique (*cf* http://sainfoin.eu; http://legumeplus.eu) adaptée aux sols basiques, calcaires. Comme la luzerne, le sainfoin est un fourrage appétent, de bonne valeur nutritive, notamment en raison des teneurs en protéines. Ces légumineuses contenant des tannins condensés ont servi de modèle d'alicament en raison des propriétés anthelminthiques liées à leur consommation.

La chicorée (*Cichorium intybus, Astareceae*)

• La chicorée est un second modèle de plante bioactive dont les principaux métabolites secondaires des plantes ne sont pas des tannins ou des polyphénols mais des sesquiterpènes lactones (SL) [18, 27,28] ***(photo 2B)***. Ils sont présents dans les feuilles de chicorée (~2 p. cent de la MS) et à un degré moindre dans les racines. La présence de flavonoïdes et de coumarine a aussi été signalée.

• La chicorée est une plante pérenne adaptée aux climats tempérés. Elle est appétente, riche en minéraux, et présente une valeur protéique très variable (100 à 250 g/kg de MS).

• À côté des modes d'exploitation en alimentation humaine (racines torréfiées comme substitut au café ; feuilles des endives en salade), la chicorée est aussi exploitée comme fourrage au pâturage, en nutrition animale.

• La chicorée fourragère suscite un intérêt croissant, compte tenu de ses capacités à être productive en conditions pédologiques séchantes et de son adaptation à un grand nombre d'environnements.

Ces considérations sont à replacer dans un contexte de recherche de systèmes d'élevage plus résilients aux aléas climatiques.

Au-delà de sa valeur alimentaire, la chicorée suscite également l'intérêt en raison de sa teneur en composés bioactifs dont les effets restent peu étudiés par comparaison aux tannins condensés du sainfoin.

EFFETS DE PLANTES BIOACTIVES SUR LES INFESTATIONS PAR LES NÉMATODES GASTRO-INTESTINAUX (NGI_S)

• Les effets anthelminthiques liés à la consommation des plantes bioactives diffèrent de l'emploi des traitements antiparasitaires de synthèse par plusieurs aspects en terme :

1. d'objectifs (préventif *vs* curatif) ;
2. de mode d'administration (proposés aux animaux pendant plusieurs semaines *vs* administration ponctuelle) ;
3. et des modes d'action et de conséquences sur les populations de vers. Là où il est attendu des anthelminthiques de synthèse

En pratique

- La chicorée fourragère suscite un intérêt croissant, compte tenu de ses capacités à être productive en conditions pédologiques séchantes et de son adaptation à un grand nombre d'environnements.
- Plusieurs facteurs sont à l'origine d'une variabilité de teneur des plantes en composés actifs, expliquant la complexité de leur utilisation.

un effet létal, conduisant en théorie à éliminer 100 p. cent des vers de souches sensibles, par comparaison, les métabolites secondaires des plantes, engendrent plutôt des perturbations de la biologie de plusieurs stades clefs du cycle des nématodes gastro-intestinaux. Ces conséquences valent à la fois pour les tannins condensés présents chez diverses espèces de légumineuses et pour les sesquiterpènes lactones de la chicorée.

• De manière similaire aux résultats obtenus avec les légumineuses contenant des tannins condensés, plusieurs études *in vivo* chez les ovins ou les bovins ont confirmé que l'apport de chicorée à un niveau suffisant dans la ration contribue à réduire les excrétions d'œufs et le nombre de vers présents.

Les résultats ont surtout concerné les espèces abomasales des petits ruminants (*Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*) ou des bovins (*Ostertagia ostertagi*).

En revanche, pour les nématodes de l'intestin (*Cooperia* sp, *Trichostrongylus* sp), les effets mentionnés sont plus limités [24, 27, 28]. Les raisons d'une efficacité plus prononcée de la chicorée sur les espèces abomasales restent à analyser.

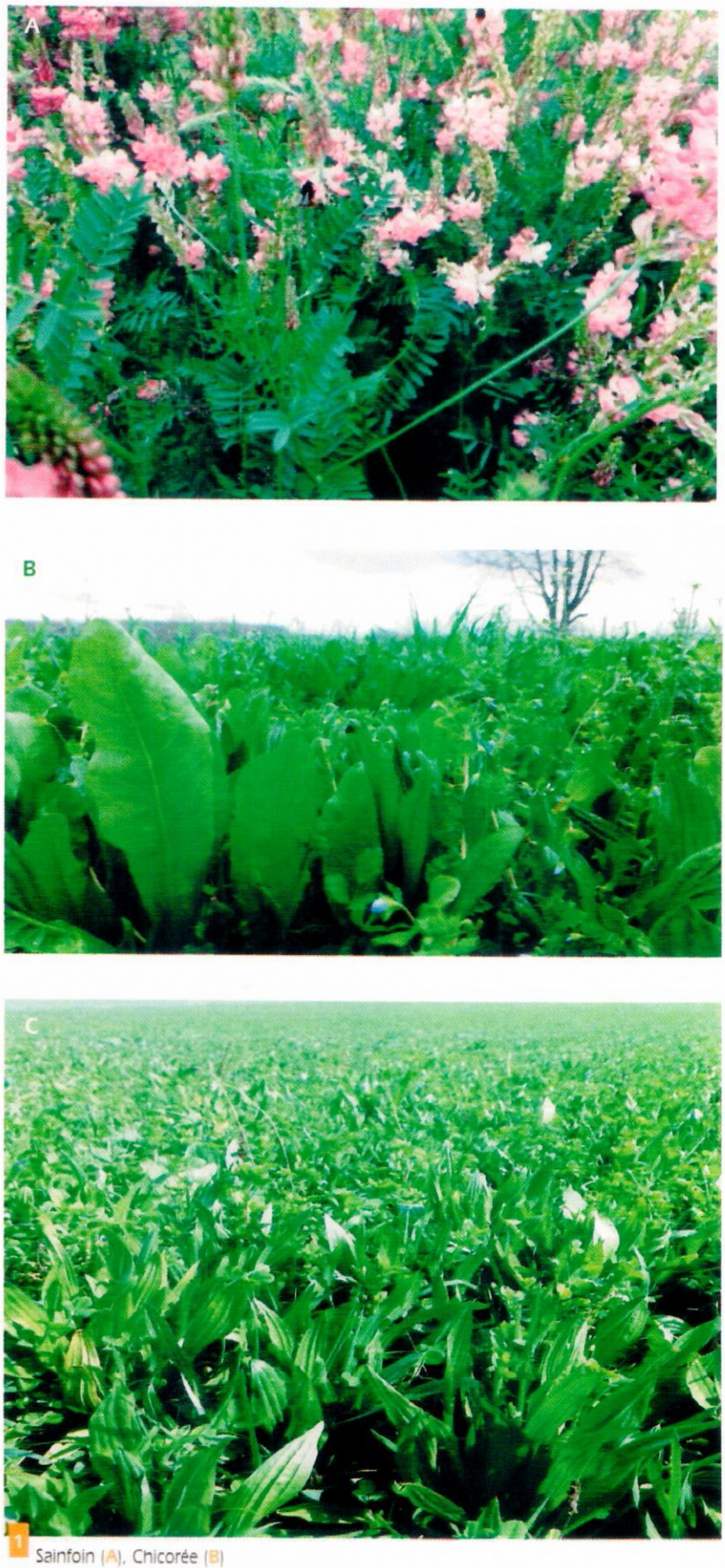
• Pour les deux types de plantes et de MSP associés, les informations ont été obtenues à partir de trois types d'études :

1. *in vitro* avec deux objectifs majeurs :
- cribler les différentes ressources à exploiter ;
- et mieux comprendre les mécanismes d'action et les effets sur les divers stades de nématodes ;

2. des essais *in vivo* en conditions contrôlées pour confirmer les effets suspectés à partir des essais *in vitro*, et définir les conditions d'utilisation chez les différentes espèces de ruminants ;

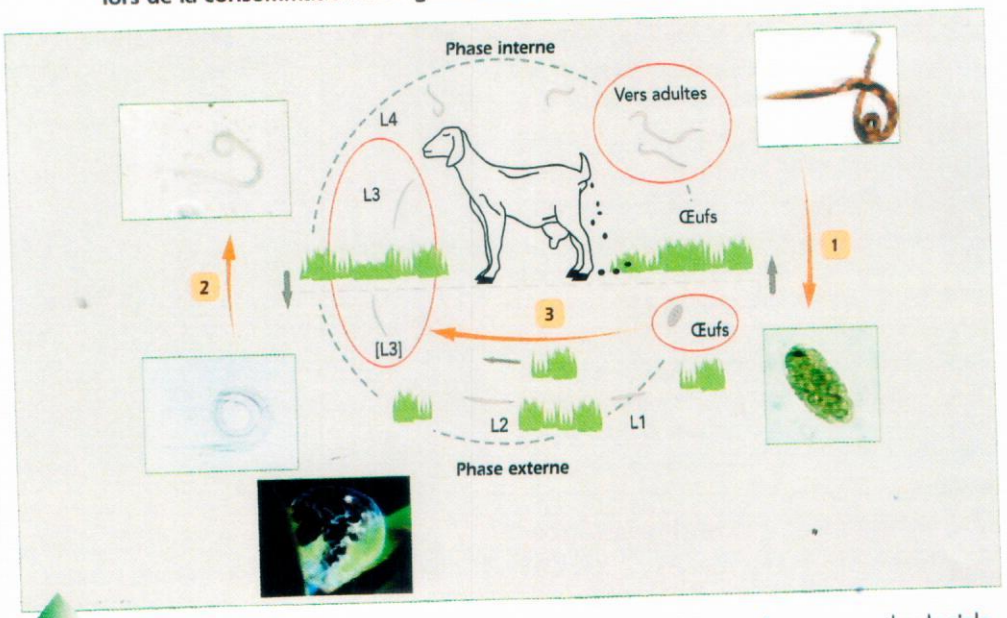
3. des essais *in vivo* en systèmes d'élevage, avec le sainfoin [30] ou la chicorée [31].

• Que ce soit pour les légumineuses bioactives ou pour la chicorée, des études *in vitro* impliquant des composés phytochimiques purifiés ont permis de confirmer le rôle de métabolites secondaires dans les activités anthelminthiques, qu'ils s'agissent des polyphénols ou des sesquiterpènes lactones [6, 18]. Ce type d'études a aussi souligné que des synergies existent entre différents composés bioactifs [16] et que l'activité AH semble plus liée à un "cocktail" de métabolites qu'à l'action d'un seul d'entre eux.



1 Sainfoin (A), Chicorée (B) et Plantain lancéolé (C) sont trois exemples de plantes bioactives (photo Multifolia).

Figure 1 - Résumé des principaux effets *in vivo* sur les divers stades du cycle des Nématodes Gastro-Intestinaux (NGIs) lors de la consommation de légumineuses contenant des tannins condensés



1. Une réduction d'excrétion des œufs par les vers adultes, donc une moindre contamination des prairies ; certaines études mentionnant des chiffres proches de 80 voire 90 % de réduction.

2. Une baisse (jusqu'à -70%) d'installation des larves 3 infestantes, donc du succès d'infestations parasitaires et des conséquences pathophysiologiques associées.

3. Un retard de développement des œufs en larves 3, d'où une baisse d'infestivité du pâturage par les NGIs. Des chiffres atteignant 90 % de réduction ont été signalés.

• Les effets anthelminthiques liés à la consommation de plantes bioactives sont illustrés sur la ***figure 1***. Par comparaison aux anthelminthiques de synthèse, ces effets peuvent se résumer en quelques points clé :
1. des effets létaux sur les populations de vers chez l'hôte sont rarement mentionnés ; les effets signalés n'atteignent jamais 100 p. cent ;

2. la combinaison d'effets sur les étapes majeures impliquant trois stades clefs du cycle contribue *in fine*, à freiner la dynamique des infestations plutôt qu'à "casser" temporairement le cycle, comme attendu lors d'emploi d'AHs de synthèse.

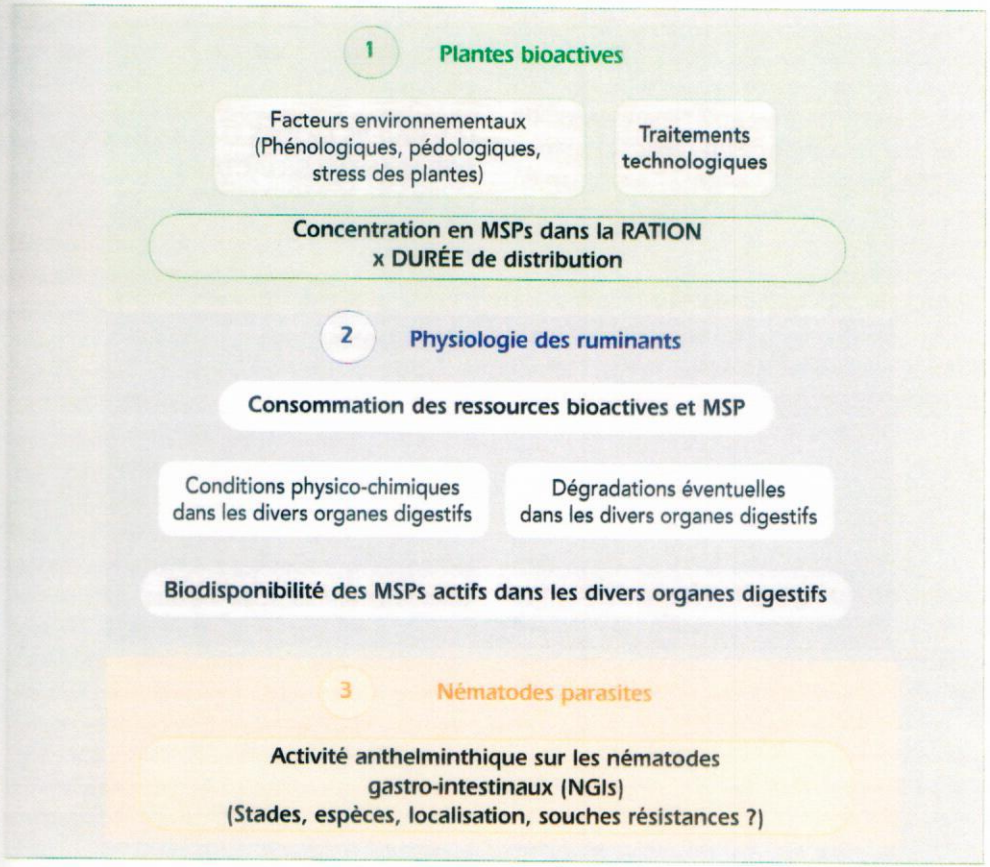
EFFETS SUR LA DIGESTION DES RUMINANTS ET CONSÉQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

• Comme toute légumineuse, celles contenant des tannins condensés (TC) permettent de fixer l'azote atmosphérique dans le sol, donc réduisent les besoins en engrais azotés. Par ailleurs, la consommation par les ruminants de légumineuses riches en TC, tel le sainfoin, présente d'autres avantages environnementaux.

• Par leur capacité à former des complexes avec les protéines alimentaires dans le rumen, les tannins condensés permettent de réduire leurs dégradations totales jusqu'au stade ammoniac, permettant ainsi une réduction d'excrétion d'azote dans les urines et une augmention de la proportion d'azote dans les fèces [33]. Or, l'azote urinaire entraîne davantage d'émissions de protoxyde d'azote (N_2O), un gaz à effet de serre 300 fois plus néfaste que le CO_2 et persistant longtemps dans l'atmosphère [14]. D'autre part, la réduction de digestibilité due aux tannins condensés entraîne une réduction d'émissions de méthane [14] et une prévention des risques de météorisation [14, 23]. Ces résultats ont été obtenus à partir d'essais de fermentation ruminale *in vitro* mais aussi d'essais *in vivo* en conditions strictement contrôlées. Cependant, des études interdisciplinaires restent nécessaires pour comprendre comment les tannins condensés exercent leur action sur la digestion microbienne et, *in fine*, sur les performances animales.

• **En ce qui concerne la chicorée, plusieurs études ont aussi montré une nette réduction des émissions de méthane par kg de**

Figure 2 - Résumé des principales étapes expliquant l'efficacité anthelminthique de plantes bioactives et des métabolites secondaires des plantes (MSP) constitutifs chez les ruminants et des origines possibles des variabilités d'effets observés



matière sèche ingérée chez des ovins pâturant de la chicorée par rapport à ceux pâturant du ray-grass anglais [23, 34]. Cependant, d'autres auteurs ont observé des niveaux d'émission similaires. La présence de tannins dans la chicorée a aussi été signalée, mais les concentrations semblent trop basses pour expliquer les effets sur les processus digestifs des ruminants.

L'hypothèse est donc celle d'effets des sesquiterpènes lactones sur les fermentations ruminales, possiblement à travers des activités antibactériennes et antifongiques [22]. Les mécanismes précis d'action anti-méthanogène restent à explorer.

VARIABILITÉS DES EFFETS

• La *figure 1* présente les meilleurs niveaux d'effets anthelminthiques obtenus sur les trois stades majeurs avec diverses espèces de plantes bioactives. Ces données sont à nuancer car il faut prendre en compte une variabilité élevée de l'efficacité observée selon les études et les modèles de plantes bioactives [13]. Comprendre cette variabilité est une question essentielle à résoudre pour promouvoir l'exploitation de ces plantes comme une option dans la gestion intégrée des nématodes gastro-intestinaux (NGIs) des ruminants et pour fournir des recommandations aux éleveurs.

• Que ce soit pour le sainfoin ou la chicorée, cette variabilité a été associée à divers facteurs affectant les trois étapes expliquant l'activité anthelminthique de plantes bioactives et des métabolites secondaires des plantes (MSP) *(figure 2)* :

1. **l'espèce et les variétés de plantes bioactives et les concentrations en MSPs.** Une thèse d'université a exploré les principaux facteurs en cause pour le sainfoin [17].
De manière similaire pour la chicorée, des facteurs environnementaux ou génétiques (cultivars) ont aussi été identifiés comme influant sur les concentrations en sesquiterpènes lactones, donc sur les effets anthelminthiques [4, 5, 28] ;
2. **les espèces de ruminants en fonction de leurs particularités de physiologie digestive ;**
3. les espèces de nématodes gastro-intesti-

Références

1. Andlauer W, Fürst P. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. Food Research. 2002; 35:171-76.
2. Bruneton J. Tanins in "Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales" 3rd ed, Tec et Doc Ed 1999:370-404.
3. Correa PS, Mendes LW, Lemos LN, Crouzoulon P, Niderkorn V, Hoste H, coll. Tannin supplementation modulates composition and function of ruminal microbiome in lambs infected with gastro intestinal nematodes. FEMS Microbiology and Environment 2020, 96, fiaa024 doi: 10.1093/femsec/fiaa024
4. Foster JG, Clapham WM, Belesky DP, coll. Influence of cultivation site on sesquiterpene lactone composition of forage chicory (*Cichorium intybus L.*). Journal of Agricultural Food Chemistry 2006; 54:1772-78.
5. Foster JG, Cassida KA, Sanderson MA. Seasonal variations in sesquiterpene lactone concentrations and composition of forage chicory (*Cichorium intybus L*) cultivars. Grass Forage Sciences. 2011;66: 424-33.
6. Foster JG, Joyce G, Cassida KA, Turner KE. *In vitro* analysis of the anthelmintic activity of forage chicory (*Cichorium intybus L.*) sesquiterpene lactones against a predominantly *Haemonchus contortus* egg populations. Veterinary Parasitology. 2011b; 180 :296-306.

➤ *Suite p. 28*

Références (suite)

7. Gaudin E, Simon M, Quijada J, Schelcher F, Lespine A, Sutra JF, Hoste H. Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) pellets on a multi resistant strain of *Haemonchus contortus* and on the efficacy of oral ivermectin Veterinary Parasitology 2016;227: 122-29.
8. Gaudin E. Le sainfoin déshydraté : un modèle de nutricament dans la lutte contre les nématodes parasites des petits ruminants. Thèse d'Université INP Toulouse, mai 2017; 282 p.
9. Geurden T, Hoste H, Jacquiet J, coll Anthelmintic resistance and multidrug resistance in sheep gastro-intestinal nematodes in France, Greece and Italy. Veterinary Parasitology, 2014;201:59-66.
10. Heckendorn F, Häring D, Maurer V, coll. Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage and hay on established populations of *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei* in lambs. Veterinary Parasitology 2006,142, 293-300.
11. Hoste H, Arroyo Lopez C., Manolaraki F, coll. Parasitisme helminthique des ruminants: le paradoxe du pâturage ? Le Point Vét, 2012:30-35.
12. Hoste H, Martinez Ortiz-De-Montellano C, Manolaraki F, coll. Direct and indirect effects of bioactive legume forages against parasitic infections: experiences with tropical and temperate forages. Veterinary Parasitology 2012;186:18-27.
13. Hoste H, Torres-Acosta JFJ, Sandoval-Castro CA.Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. Veterinary Parasitology 2015;212;5-17.
14. Hoste H, Niderkorn V. Le sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) et la chicorée (*Cichorium intybus*): deux modèles de plantes bioactives pour répondre aux défis agro écologiques en élevage des ruminants. Fourrages, 2019;238:171-80.
15. Institut de l'Elevage. Que mangent les brebis? Régimes alimentaires et niveaux d'autonomie des élevages 2014:3.
16. Klongsiriwet C, Quijada J, Williams AR, Mueller-Harvey I, Williamson EM, Hoste H. Condensed tannins and flavonoid monomers act in synergy against exsheathment in *Haemonchus contortus* L3 *larvae*. International Journal for Parasitology, Drug and Drug Resistance, 2015;5:127-34.
17. Manolaraki, F. Propriétés anthelminthiques du sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*): Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués. Thèse d'Université INP Toulouse; 2011:185 p.
18. Molan AL, Duncan AJ, Barry T, McNabb WC. Effect of condensed tannins and crude sesquiterpene lactones extracted from chicory on the motility of larvae of deer lungworms and gastrointestinal nematodes. Parasitology International. 2003b; 52:209-18.
19. Morgan E R, Nor-Azlina A, Blanchard A, coll. 100 important research questions in livestock helminthology Trends in Parasitology 2018; 35:52-71.
20. Moroka B. Mitigating the effects of gastrointestinal nematode infection in organic lambs through the use of hospital paddocks. Phd Lincoln University, New Zealand 2013 :77 p.
21. Navarrete S, Kemp PD, Pain SJ, Back PJ. Bioactive compounds, aucubin and acteoside, in plantain (*Plantago lanceolata L.*) and their effect on in vitro rumen fermentation. Animal Feed Science and Technology 2016;222:158-67.

Suite p. 29

naux parasites. Des effets multivalents sur les vers parasites des petits ruminants ou des bovins ont été signalés mais avec souvent des variations en fonction de la localisation anatomique (caillette ou intestin). Par ailleurs, une efficacité anthelminthique de consommation de sainfoin sur des souches multirésistantes aux anthelminthiques de synthèse [7] mérite d'être soulignée, car ce résultat permet d'envisager une solution en cas d'impasses thérapeutiques lors de défaillances de maîtrise fondées sur les seuls AH commerciaux.

L'analyse de l'origine de la variabilité des effets AH, illustrée par la ***figure 2***, se fonde sur une hypothèse d'activité de type "pharmacologique" associée à une exposition des vers à des métabolites secondaires des plantes actifs [12, 13].

Pour résumer, par comparaison aux AHs de synthèse, produits de manière industrielle, très standardisée, l'exploitation de plantes bioactives repose sur la présence d'un cocktail de métabolites secondaires naturels dont les concentrations vont varier en fonction des conditions d'exploitation.

• **L'efficacité antiparasitaire dépend aussi des conditions de distribution et de la consommation par les ruminants.** Des travaux sur divers modèles de légumineuses riches en tannins condensés exploitées comme alicament ont montré que la maîtrise des NGIs chez les ruminants nécessite une distribution prolongée de plusieurs jours (> 14) pour assurer une imprégnation du chyme et une exposition prolongée des vers aux métabolites secondaires des plantes et qu'il est aussi nécessaire de dépasser un seuil minimal de concentration de TC ou polyphénols dans la ration pour observer les premiers effets anthelminthiques [8].

De même pour la chicorée, les effets antiparasitaires dépendent des niveaux de consommation de la chicorée dans la ration. Ainsi, une étude a montré que des niveaux de 50 et 75 p. cent dans la ration sont nécessaires pour observer des perturbations significatives des vers de l'abomasum, alors qu'aucun changement n'a été détecté avec des valeurs plus faibles (approximativement 25 p. cent) [23]. Les informations sur une durée minimale de distribution ou d'exploitation restent à préciser pour la chicorée.

• **Comme pour l'activité anthelminthique, les conséquences des tannins condensés et des sesquiterpènes lactones, sur la physiologie digestive des ruminants, y compris sur les fermentations ruminales et leur impact sur les gaz à effet de serre, montrent une forte variabilité.** Ce constat n'est pas surprenant si l'on considère la complexité de ces composés au sein du règne végétal, mais aussi leurs interactions possibles avec les autres composants de la ration, y compris le microbiome [3].

LES DIVERS MODES D'EXPLOITATION DES PLANTES BIOACTIVES CHEZ LES RUMINANTS

• Les premières études suggérant un intérêt anthelminthique des légumineuses contenant des tannins condensés ou de la chicorée ont été réalisées en situations de pâturage [25, 26, 31]. Par la suite, que ce soit pour les effets antiparasitaires ou ceux sur les fermentations ruminales, les essais ont été étendus à des formes conservées d'exploitation : foin, ensilage, voire granulés déshydratés pour le sainfoin [7, 8, 10] et d'autres légumineuses à tannins condensés comme le sericea lespedeza.

Pour la chicorée, l'ensilage a aussi été examiné dans certaines études [28].

Pour les deux modèles de plantes bioactives, les résultats ont illustré le fait que des process technologiques, quand ils sont bien maitrisés, affectent peu les métabolites secondaires présents et, en conséquence, la bioactivité associée.

• **Les études sur les formes conservées des plantes bioactives ont été initiées pour explorer des modes d'exploitation mieux adaptés pour résoudre la question de la variabilité des effets observés.** Il s'agit de profiter, à des degrés divers, de plusieurs avantages :

1. **la possibilité de production en conditions optimales pédologiques ou climatiques ;**
2. **le stockage, la conservation et la possibilité de distribution plus maitrisée des composés actifs dans le temps** (en fonction du risque parasitaire), **ou dans l'espace** (commercialisation à large échelle pour les granulés) ;
3. **la standardisation des ressources bioactives et la possibilité de quantifier les métabolites secondaires des plantes bioactifs avant usage** [8].

• Cependant, le besoin d'informations sur l'exploitation en pâturage direct de plantes bioactives correspond à une forte attente des éleveurs soucieux de modes de production plus autonomes, en particulier dans le respect de règles liées à des signes de qualité comme l'Agriculture Biologique.

• C'est dans ce contexte que s'inscrit le pro-

et Casdar FASTOCHE (*encadré*).

• L'ajout du plantain comme troisième espèce de plante bioactive fait suite à quelques études en Nouvelle-Zélande suggérant des propriétés anthelminthiques chez certaines variétés sélectionnées de *P. lanceolata* [20]. Cette activité serait associée à un troisième type de métabolites secondaires des plantes : des hétérosides iridoïdes [21].

➔ **Le choix de ces trois modèles de plantes fourragères bioactives s'explique aussi par l'évaluation d'espèces plus ou moins adaptées à des conditions pédo-climatiques variées selon les régions de production et aux impératifs agronomiques associés.**

CONCLUSION

• Pendant près de 50 ans, les différentes familles de molécules d'anthelminthiques de synthèse visaient à remplir un objectif simple : éliminer les populations des vers pour réduire les conséquences physiopathologiques et "casser" la dynamique des infestations. Cependant, le développement constant des résistances aux anthelminthiques illustre le fait que ce type d'approche monolithique de la gestion des nématodes gastro-intestinaux (NGIs), fondée sur l'emploi quasi exclusif de molécules de synthèse, n'est pas une solution durable [32]. L'approche désormais privilégiée est celle d'une gestion intégrée associant plusieurs solutions complémentaires, curatives et préventives [19]. L'objectif n'est pas de se passer des anthelminthiques de synthèse mais de réduire leur fréquence d'utilisation [30].

• Par ailleurs, la complexité croissante des objectifs fixés à l'élevage des ruminants justifie la recherche d'options "multifonctionnelles". L'exploitation de plantes bioactives, notamment au pâturage, illustre ce type de solutions. Cependant, par rapport au cadre et aux critères bien définis d'utilisation des anthelminthiques de synthèse fournis par les laboratoires pharmaceutiques, l'exploitation de plantes riches en métabolites secondaires des plantes (MSP) implique une part de variabilité inhérente aux ressources naturelles. Comprendre les causes de cette variabilité pour fournir des recommandations vers les éleveurs est un défi majeur à relever. ❐

Encadré 1 - Le projet Casdar FASTOCHE

• **Ce projet de Recherche et Développement Casdar FASTOCHE (n°AAP18AIP5845) vise à fournir les éléments pour identifier l'intérêt et les contraintes associés au pâturage d'espèces fourragères riches en métabolites secondaires des plantes (MSP) dans les trois filières de petits ruminants : ovins viande, ovins lait et caprins.**

• **L'acronyme Fastoche dérive des mots clefs principaux résumant le projet (espèces Fourragères - Alicaments - Strongles gastro-intestinaux - Ovins - Chèvres).**

• **Ce projet a débuté en 2019 et devrait s'achever en 2023.**

• **Sur la base d'études systémiques, le projet cherche à fournir des éléments pour mieux définir les contraintes agronomiques et les conséquences zootechniques, sanitaires, économiques et environnementales et l'acceptabilité par les éleveurs du pâturage de trois espèces bioactives : le sainfoin, la chicorée et le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) (*photo 1C*).**

Sur le plan sanitaire, l'idée est aussi d'explorer les avantages et inconvénients de "parcelles antiparasitaires" en lieu et place de traitements anthelminthiques de synthèse.

formation continue

1. Les principaux métabolites secondaires responsables de la bioactivité de la chicorée sont :
   a. des polyphénols **b.** des alcaloides **c.** des sesquiterpène lactones
2. Les raisons de la variabilité des effets anthelminthiques du sainfoin sont liés à des facteurs :
   a. génétiques **b.** environnementaux **c.** les deux peuvent intervenir
3. La forme privilégiée de conservation de la chicorée pour une utilisation décalée est :
   a. l'ensilage **b.** le foin **c.** des granulés déshydratés
4. La consommation de chicorée a surtout été associée à des effets anthelminthiques sur les vers :
   a. de l'abomasum **b.** de l'intestin grêle
   c. du gros intestin **d.** quelle que soit leur localisation
5. Les conséquences positives du sainfoin sur l'environnement sont liées à des effets sur :
   a. le sol **b.** le métabolisme des protéines
   c. les fermentations ruminales **d.** une combinaison de ces divers impacts

Références (suite)

22. Neerman, M. F. Sesquiterpene lactones: a diverse class of compounds found in essential oils possessing antibacterial and antifungal properties. International Journal of Aromatherapy, 2003; 13:114-20.
23. Niderkorn V, Martin C. Bernard M, coll. Effect of increasing the proportion of chicory in forage-based diets on intake and digestion by sheep. Animal 2018:1-9.
24. Nielsen BK, Thamsborg SM, Hansen H. Effects of including chicory in perennial ryegrass-white clover on productionand health in organic lambs. Livestock Science. 2009;125:66-73.
25. Niezen JH, Waghorn TS, Charleston WAG, Waghorn GC. Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. Journal of Agricultural Sciences. 1995;125:281-89.
26. Niezen JH, Robertson HA, Waghorn G, coll. Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contrasting forages. Veterinary Parasitology. 1998;80:15-27.
27. Peña-Espinoza M, Williams AR, Thamsborg SM, coll. Anthelmintic effects of forage chicory (*Cichorium intybus*) against free-living and parasitic stages of Cooperia oncophora Veterinary Parasitology, 2017;243:204-7.
28. Pena Espinoza M, Valente A, Thamsborg SM, coll. Anti parasitic activity of chicory (*Cichorium intybus*) and the role of its natural bioactive compounds: a review. Parasite & Vectors 2018;11:475.
29. Priymenko N, Dor M, Jaeg J-P. Médecines complémentaires: place actuelle de la phytothérapie en médecine vétérinaire Le Nouveau Praticien vet élevages et santé 2020,12(47):152-58.
30. Rivaroli D, Prunier P, Meteau K, coll. Tannin-rich sainfoin pellet supplementation reduces fat volatile indoles content and delays digestive parasitism in lambs grazing alfalfa. Animal, 2019 https://doi.org/10.1017/S1751731118003543
31. Tzamaloukas O, Athanasiadou S, Kyriazakis I, coll. The consequences of short term grazing of bioactive forages on established adult and incoming larvae populations of *Teladorsagia circumcincta* in lambs. International Journal. Parasitology. 2005;35:329-35.
32. Waller PJ. From discovery to development: current industry perspectives for the development of novel methods of helminth control in livestock. Veterinary. Parasitology 2006;139:1-14.
33. Waghorn, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges Animal Feed Science and Technology, 2008: 147:116-39.
34. Waghorn G, Tavendale M, Woodfield D. Methanogenisis from forages fed to sheep.Proc. Proceedings Conference-New Zealand Grassland Association, 2002:167-72.

Les auteurs déclarent ne pas être en situation de lien d'intérêt en relation avec cet article.